

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
13 mai 2004 (13.05.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/040814 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **H04J 3/06**

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/003010

(22) Date de dépôt international :
13 octobre 2003 (13.10.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/13375 25 octobre 2002 (25.10.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
FRANCE TELECOM [FR/FR]; 6, place d'Alleray,
F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **MORGAN, Yves-Marie** [FR/FR]; 3, rue Nicolazic, F-56000 Vannes (FR). **HELARD, Maryline** [FR/FR]; 5, rue Charles Demange, F-35700 Rennes (FR). **LANGLAIS, Charlotte** [FR/FR]; 5, allée Jean de la Varenne, Appartement 22, F-35700 Rennes (FR).

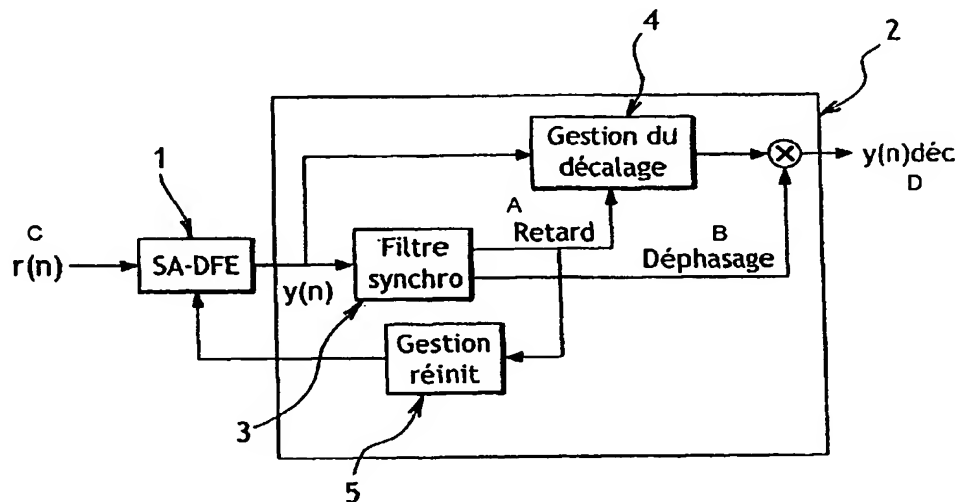
(74) Mandataires : **MARTIN, Jean-Jacques** etc.; Cabinet Regimbeau, 20, rue de Chazelles, F-75847 Paris Cedex 17 (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR SYNCHRONIZING AN EQUALIZER OUTPUT DATA

(54) Titre : PROCÉDE DE SYNCHRONISATION DE DONNÉES EN SORTIE D'UN EGALISEUR



1...BLIND EQUALIZER	A...DELAY
3...SYNCHRONIZING FILTER	B...PHASE SHIFT
4...SHIFT MANAGEMENT UNIT	C...INPUT SYMBOLS
5...REST MANAGEMENT UNIT	D...OUTPUT SYMBOLS

(57) Abstract: The invention concerns a method for synchronizing an equalizer output symbols, characterized in that the equalizer is a blind equalizer and that it consists in inserting upon transmission in a succession of symbols transmitted at least one known sequence of symbols which is repeated in said succession of symbols, and in carrying out in said blind equalizer output detection of said sequence, and in deducing from said detection a possible shift of the blind equalizer output symbols and in resetting the blind equalizer output symbols on the basis of said detected shift.

[Suite sur la page suivante]



SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) **Abrége :** Procédé pour la synchronisation de symboles en sortie d'un égaliseur, caractérisé en ce que l'égaliseur est du type aveugle et en ce qu'on insère à l'émission dans une succession de symboles émis au moins une séquence de symboles connue que l'on répète dans ladite succession de symboles, en ce qu'on met en oeuvre en sortie dudit égaliseur aveugle une détection de ladite séquence, en ce qu'on déduit de cette détection un éventuel décalage des symboles en sortie de l'égaliseur aveugle et en ce qu'on recalcule les symboles en sortie de l'égaliseur aveugle en fonction du décalage ainsi mis en évidence.

PROCEDE DE SYNCHRONISATION DE DONNEES
EN SORTIE D'UN EGALISEUR

DOMAINE GENERAL ET ETAT DE LA TECHNIQUE

5 La présente invention concerne un procédé de synchronisation de données en sortie d'un égaliseur aveugle.

On utilise classiquement dans les systèmes de communications numériques des récepteurs qui comportent en cascade des moyens de démodulation, des moyens d'égalisation, des moyens de décodage, etc.

10 Le rôle des moyens d'égalisation est de combattre les interférences entre symboles (IES) occasionnées notamment par la présence de trajets multiples statiques ou non dans le temps.

De nombreuses structures de moyens d'égalisation sont déjà connues.

Historiquement, les premiers dispositifs utilisés pour combattre les
15 phénomènes d'IES étaient essentiellement des filtres transverses linéaires « synchrones ».

D'autres structures d'égaliseurs également utilisées sont celles des égaliseurs récursifs non linéaires à retours de décision (« Decision Feedback Equalizer »), dans lesquels les données décidées sont réinjectées dans un filtre
20 arrière constituant la partie récursive de l'égaliseur.

Généralement, pour des canaux de transmission, on utilise de telles structures d'égaliseurs avec des algorithmes d'adaptation qui permettent d'ajuster les paramètres de ces structures. L'égalisation se fait alors en deux temps. Au cours d'une première phase, la structure est pilotée par des séquences d'apprentissage
25 connues insérées dans les trames émises, ces séquences permettant de faire converger l'algorithme d'égalisation. Dans une seconde phase, la structure devient auto-adaptative c'est-à-dire qu'elle se pilote à partir de ses propres décisions.

L'existence d'une phase d'apprentissage représente toutefois un inconvénient important : elle correspond en particulier à une perte d'efficacité en
30 termes de débit.

C'est pourquoi de nombreux travaux ont déjà cherché à proposer des dispositifs d'égalisation aveugles, dans lesquels la structure utilisée est apte à converger vers une solution optimale de façon autodidacte, c'est-à-dire sans l'aide de séquences d'apprentissage.

5 Il a notamment été récemment proposé dans la demande de brevet FR 2 738 967 ainsi que dans l'article :

J. Labat, O. Macchi and C. Laot - "Adaptive Decision Feedback Equalization : can you skip the training period?" - IEEE transactions on communications, vol. 46, NO. 7, juillet 1998,

10 des égaliseurs aveugles qui utilisent des structures et des algorithmes d'adaptation distincts selon la sévérité du canal de transmission.

En particulier, lorsque la réception est difficile, ces égaliseurs fonctionnent avec une structure dite de convergence qui comporte en cascade un filtre purement récuratif et un filtre transverse, tandis qu'en réception facile, ils fonctionnent selon
15 un mode dit de poursuite qui utilise des structures DFE classiques, le basculement d'un mode de fonctionnement à un autre étant déterminé en fonction du degré de performance en sortie des égaliseurs.

On notera que le caractère réversible du passage de l'un à l'autre de ces deux modes de fonctionnement permet à ces égaliseurs de toujours fonctionner avec
20 la configuration correspondant à la meilleure performance. Ils peuvent ainsi tirer profit de leurs propres décisions sans risque de divergence, contrairement aux DFE conventionnels. Cette propriété essentielle leur permet de s'adapter aux fluctuations des canaux dans des situations sévères et les rend donc particulièrement bien adapté aux canaux non stationnaires, tels que les canaux radio mobiles, ionosphériques et
25 acoustiques sous-marins.

PRESENTATION DE L'INVENTION

Des premiers tests sur des égaliseurs aveugles ont conduit à constater des phénomènes de rupture de rythme imputables au caractère adaptatif des égaliseurs,
30 lesquels ont tendance, en présence de plusieurs échos au niveau du signal reçu, à ne pas toujours s'adapter sur le même écho du signal et à commuter d'un écho à un autre.

Il en résulte des retards ou avances dans la restitution des symboles, c'est-à-dire des suppressions ou ajouts de symboles dans le flux des données.

C'est ce qu'illustre l'exemple qui est donné ci-dessous.

Soit H, un canal caractérisé par exemple par sa réponse impulsionnelle

5 décrite par la matrice H telle que :

$$H = [h_0 \ 0 \ \dots \ 0 \ h_{16} \ 0 \ \dots \ 0]^T$$

Les symboles émis et reçus vérifient :

$$r(n) = h_0 \cdot d(n) + h_{16} \cdot d(n-16)$$

où d(n) représentent les symboles émis et r(n) les symboles reçus.

10 En début de transmission, les données sont reçues sur un premier canal C1 correspondant à $h_0=1$ et $h_{16}=0$.

Au cours de la transmission, la position du trajet principal d'émission/réception variant, l'égaliseur bascule sur un autre canal correspondant par exemple à $h_0=0$ et $h_{16}=1$ (canal C2 correspondant au second trajet devenu trajet

15 principal).

On voit sur le tableau ci-dessous que le fait de considérer le second trajet comme trajet principal amène à répéter en sortie de l'égaliseur les données d(4) et suivantes et donc à créer une erreur e(n) non nulle.

N	16	17	18	19	20	21	22	23
Canal	C ₁	C ₁	C ₁	C ₁	C ₂	C ₂	C ₂	C ₂
d(n)	D(16)	d(17)	d(18)	d(19)	d(20)	d(21)	d(22)	d(23)
r(n)	D(16)	d(17)	d(18)	d(19)	d(4)	d(5)	d(6)	d(7)
e(n)	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	d(4)-d(20)	d(5)-d(21)	d(6)-d(22)	d(7)-d(23)

20 **Tableau 1 : Exemple de décalage de données**

Le basculement de C1 à C2 conduit à des retards et donc à des ajouts de symboles ; en sens inverse, le basculement de C2 à C1 conduirait à une avance dans la restitution et à une suppression de symboles.

Le but de l'invention est de pallier cet inconvénient et de proposer un procédé permettant de limiter les effets des ruptures de rythme constatées sur le fonctionnement des égaliseurs aveugles.

5 A cet effet, l'invention propose un procédé de synchronisation de données en sortie d'un égaliseur, caractérisé en ce que l'égaliseur est du type aveugle, en ce qu'on insère dans les trames de symboles des séquences de synchronisation, en ce qu'on met en œuvre en sortie de l'égaliseur une détection de ces séquences et en ce qu'on recalcule les trames de symboles en fonction du décalage détecté sur ces séquences.

10

PRESENTATION DES FIGURES

D'autres caractéristiques et avantages seront encore mis en lumière par la description qui suit, laquelle est purement illustrative et non limitative et doit être lue au regard des dessins annexés sur lesquels :

- 15 - La figure 1 représente un canal de transmission de communications numériques,
- La figure 2 représente les moyens de traitement du signal en sortie du canal de transmission mis en œuvre dans le cadre de l'invention,
- Les figures 3a, 3b et 3c illustrent les phénomènes de rupture du rythme et un
- 20 exemple de synchronisation de données en sortie de l'égaliseur aveugle,
- La figure 4 représente la détection du décalage engendré par les ruptures de rythme,
- Les figures 5a et 5b représentent une structure possible, respectivement en mode de convergence et en mode de poursuite, de l'égaliseur aveugle utilisé.

25

DESCRIPTION D'UN OU PLUSIEURS MODES DE REALISATION AVANTAGEUX

Généralités sur un exemple de mise en œuvre

30

On a représenté sur la figure 1 un canal de transmission en entrée duquel sont émises des successions de symboles $d(n)$.

Ce canal est schématisé par une fonction de transfert $h(t)$ et par un bruit $b(n)$ additionné à la sortie de cette fonction de transfert.

En sortie de ce canal de transmission, les symboles $r(n)$ qui en résultent sont reçus et traités au niveau d'un récepteur qui comporte notamment des moyens du type de ceux illustrés sur la figure 2.

Ces moyens comprennent en particulier d'une part un égaliseur aveugle 1, qui reçoit en entrée les symboles $r(n)$, éventuellement préalablement filtrés, et d'autre part des moyens référencés par 2 dans leur ensemble sur la figure 2, qui ont pour fonction de traiter les données $y(n)$ en sortie de l'égaliseur 1 pour y limiter le phénomène de rupture de rythme.

Le traitement mis en œuvre par ces moyens 2 consiste :

- à détecter parmi les trames de symboles en sortie de l'égaliseur aveugle 1 des séquences connues « SYNCH », insérées à intervalles réguliers dans les trames de symboles $d(n)$,
- à en déduire un éventuel décalage des symboles traités par l'égaliseur 1,
- à recalcr les données en sortie de l'égaliseur en fonction du décalage ainsi déterminé

C'est ce qu'illustrent notamment les figures 3a à 3c.

Sur la figure 3a, on a représenté une succession de trames correspondant aux symboles $r(n)$ reçues par un récepteur et envoyées en entrée de l'égaliseur aveugle 1.

Ces trames reçues comportent à intervalles réguliers les séquences connues SYNCH.

La figure 3b illustre une rupture de rythme introduite par l'égaliseur aveugle 1.

Cette rupture de rythme est en l'occurrence une rupture par ajouts de symboles, qui se traduit par la répétition des symboles S_{k-17} à S_k .

Les symboles S_{k+1} et suivants se retrouvent décalés d'autant, de sorte que la séquence SYNCH qui suit cette rupture de rythme apparaît sur les données $y(n)$ en sortie de l'égaliseur 1 non pas au temps C où elle serait attendue, mais à un temps D.

Un traitement consistant à corrélérer les données $y(n)$ avec la séquence SYNCH permet de mettre en évidence le temps D où arrive ladite séquence et d'estimer le décalage CD .

Comme l'illustre la figure 3c, on réduit ou on allonge la succession de symboles entre la séquence SYNCH pour laquelle on a détecté un décalage - et donc une rupture de rythme - et la séquence SYNCH précédente, de façon à recalculer les séquences SYNCH en sortie de l'égaliseur.

Dans le cas illustré sur les figures 3a à 3c d'une rupture de rythme ayant conduit à un ajout de symboles, on réduit par exemple la succession de symboles entre ces deux séquences SYNCH en y supprimant les symboles qui suivent la séquence SYNCH qui précède la séquence SYNCH pour laquelle on a détecté un décalage, la suppression de symboles se faisant sur un nombre de symboles correspondant au décalage estimé.

Bien entendu, d'autres solutions pourraient être envisageables : notamment, on pourrait également envisager de supprimer des symboles situés juste avant la séquence SYNCH pour laquelle un décalage a été détecté.

Exemple de moyens de recalage

Au fin du traitement de recalage qui vient d'être décrit, les moyens 2 de la figure 2 comportent d'une part un filtre de synchronisation 3 et d'autre part, une unité de gestion de décalage 4.

Le filtre 3 et l'unité de gestion 4 reçoivent chacun en entrée le signal $y(n)$ en sortie de l'égaliseur aveugle 1.

Le filtre 3 met en œuvre une corrélation en continu avec la séquence de synchronisation et fournit en sortie un signal du type de celui illustré sur la figure 4.

Ce signal présente différents pics à des temps correspondant aux séquences de synchronisation SYNCH en sortie de l'égaliseur.

On notera que la sortie du filtre 3 est normalisée par rapport à la puissance des échantillons présents dans le filtre.

La recherche du pic de corrélation se fait en l'occurrence sur une trame égale à celle des données émises.

Comme on peut le voir sur la figure 4, un pic est détecté sur chaque trame par exemple par la recherche du maximum. La position de ce pic par rapport à un instant de référence permet de détecter un éventuel décalage par rapport au pic précédemment obtenu. Ce décalage permet ainsi de déterminer si des phénomènes de rupture de rythme ont eu lieu.

Plus précisément, la détection du pic se fait par comparaison à un seuil donné, qui est par exemple de 0,7.

Lorsqu'aucun pic n'est détecté – ce qui est le cas notamment lorsque deux trajets sont de même puissance ou lorsque le rapport signal à bruit est particulièrement bas – aucun décalage n'est appliqué aux symboles $y(n)$ en sortie de l'égaliseur.

Le module de gestion du décalage 4 permet de décaler le flux de données en sortie dans un sens ou dans l'autre selon l'information concernant le retard obtenu en sortie du filtre de synchronisation 2. Ce décalage dans un sens ou dans l'autre peut par exemple se faire aisément au moyen d'une mémoire tampon dans laquelle les données en sortie de l'égaliseur aveugle 1 sont envoyées. La taille de la mémoire tampon est déterminée en fonction du retard maximum que l'on souhaite gérer.

On notera par ailleurs que le filtre de synchronisation 3 et la corrélation avec mise en œuvre au niveau dudit filtre avec la séquence de synchronisation SYNCH sont avantageusement utilisés pour en parallèle gérer le déphasage du signal reçu et lever l'ambiguïté de phase sur les symboles en sortie de l'égaliseur.

Le déphasage mis en évidence par le filtre 3 est donc réinjecté, ainsi que l'illustre la figure 2, sur les données $y(n)$ en sortie du module 4 de recalage.

25 Séquences de synchronisation

Les séquences de synchronisation SYNCH sont par exemple celles qui sont utilisées comme séquences d'apprentissage lorsque le récepteur comporte, en aval de l'égaliseur, des moyens formant annuleurs d'interférence.

On notera que la taille nécessaire pour ces séquences de synchronisation est inférieure à celle nécessaire pour les séquences d'apprentissage des égaliseurs à séquence d'apprentissage.

A titre d'exemple, les séquences de synchronisation peuvent n'occuper que
5 de l'ordre de 30%, voire moins, de l'ensemble des trames.

Une séquence de synchronisation possible est par exemple la séquence pseudo aléatoire suivante (de longueur 31 bits) :

[0 0 0 0 1 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 1]

qui dans le cas d'un signal modulé MDP4 correspond, dans cet exemple de mise en
10 œuvre, à la succession de symboles suivants :

[00 00 00 00 11 00 11 00 11 11 11 00 11 11 00 00 00 11 11 11 11 00 00 11 11
00 11 00 00 11].

Exemple d'égaliseur aveugle.

15 Les figures 5a et 5 b représentent une structure possible pour l'égaliseur aveugle utilisé.

On se place ici dans le cadre d'un égaliseur à structure et algorithme commutables du type de ceux décrits dans l'article et la demande de brevet précités (égaliseurs dits « SA DFE » ou « Self-adaptive Decision Feedback Equalizer » selon
20 la terminologie anglo-saxonne généralement utilisée par l'homme du métier).

Un tel égaliseur comporte, comme on l'a vu précédemment, deux modes de fonctionnement adaptés à la sévérité du canal de transmission.

Dans le mode initial, appelé mode de convergence, le dispositif est constitué de la mise en cascade d'un filtre blanchissant purement récursif $B(z)$, d'un filtre
25 transverse $A(z)$, d'un contrôle automatique de gain et d'un correcteur de phases. Les critères nécessaires à l'actualisation des coefficients des parties transverses et récursives reposent uniquement sur la connaissance a priori de la statistique du signal émis par la source. Ce mode initial est en conséquence parfaitement

autodidacte (aveugle ou encore appelé « non supervisé »). La figure 5a représente la structure du SA DFE en mode de convergence.

Lorsque le processus d'égalisation est suffisamment avancé, ce qui peut être apprécié à l'examen de l'erreur quadratique moyenne (EQM) estimée à partir des
5 décisions prises par le récepteur, la structure et les critères d'adaptation de l'égaliseur sont modifiés de telle sorte que le dispositif bascule en mode de poursuite. Dans le mode de poursuite, la place des filtres transverses et récurifs est modifiée de telle sorte que le dispositif se transforme ainsi en un égaliseur à retour de décision (ERD ou DFE selon la terminologie anglo-saxonne) conventionnel. Le
10 critère d'optimalité global devient alors celui de la minimisation de l'EQM estimée. La figure 5b représente la structure du SA DFE en mode de poursuite.

Ainsi, comme on l'aura compris, cet égaliseur présente deux modes de fonctionnement différents associés à des structures et des critères d'optimalité différents. Une des caractéristiques essentielles est que cette modification
15 structurelle est parfaitement réversible. Une telle propriété est intéressante puisqu'elle permet, en cas de situations sévères, de revenir à un mode de fonctionnement très robuste. En revanche, dès lors que la sévérité du canal s'atténue, le système bascule alors de nouveau en mode de poursuite.

Lors de la phase de convergence, les coefficients du filtre $A(z)$ sont tous
20 initialisés à zéro, sauf l'un d'entre eux qui est, quant à lui, initialisé à 1. Ce coefficient est un coefficient positionné de manière à ce que le filtre se rapproche d'une structure anticausale, c'est-à-dire, dans l'exemple ici donné, vers la droite.

$$A(z) = [0, 0, \dots, 0, 1, 0, 0, 0, 0]^T$$

Ces coefficients sont ensuite adaptés en utilisant un algorithme de type
25 CMA (Constant Modulus Algorithm). Pour plus de détails sur les algorithmes CMA on pourra avantageusement se référer à la publication : Zhi Ding, Ye Geoffrey Li, "Blind Equalization and Identification", Signal Processing and Communications Series, 2001

Réinitialisation

On notera que si le canal ne variait pas dans le temps, la position du coefficient égal à 1 déterminerait le décalage constant dont on devrait tenir compte en sortie de l'égaliseur aveugle.

- 5 Les canaux variant en l'occurrence dans le temps, ce coefficient est amené à se décaler. Et dès lors que ce coefficient se décale trop vers une structure causale (vers la gauche dans l'exemple ici donné), les performances de l'égaliseur sont réduites, comme cela est expliqué dans la publication Zhi Ding et al.

- 10 Les coefficients du filtre $A(z)$ sont alors réinitialisés selon une structure anticausale de la manière décrite précédemment régulièrement afin que les performances de l'égaliseur ne soient pas diminuées.

Cette réinitialisation peut amener, elle aussi, à des ruptures de rythme.

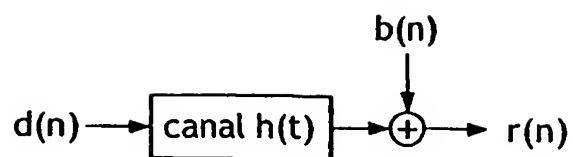
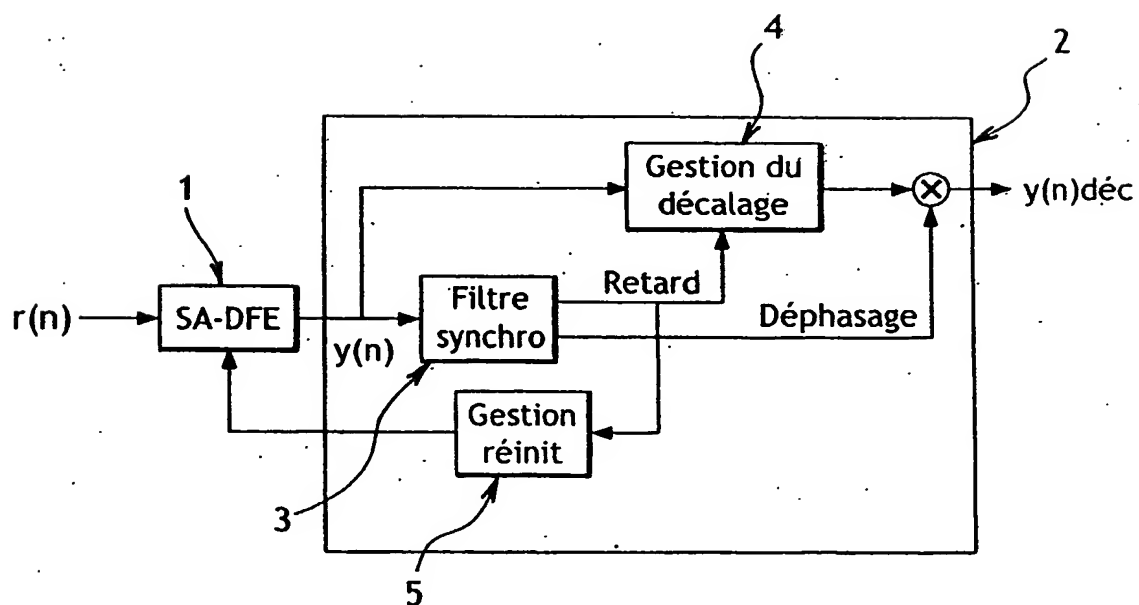
Les symboles sont, dans ce cas, également recalés grâce aux séquences de synchronisation SYNCH.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour la synchronisation de symboles en sortie d'un égaliseur, caractérisé en ce que l'égaliseur est du type aveugle et
 - 5 - en ce qu'on insère à l'émission dans une succession de symboles émis au moins une séquence de symboles connue que l'on répète dans ladite succession de symboles,
 - en ce qu'on met en œuvre en sortie dudit égaliseur aveugle une détection de ladite séquence,
 - 10 - en ce qu'on déduit de cette détection un éventuel décalage des symboles en sortie de l'égaliseur aveugle et
 - en ce qu'on recale les symboles en sortie de l'égaliseur aveugle en fonction du décalage ainsi mis en évidence.
2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que pour détecter une
 - 15 séquence connue insérée à l'émission dans une succession de symboles, on effectue sur les symboles en sortie de l'égaliseur un traitement de corrélation avec ladite séquence et on met en évidence les pics de corrélations qui en résultent.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que pour détecter les pics
 - 20 de corrélations, on compare les pics à un seuil donné et en ce que les symboles ne sont aucunement recalés tant qu'aucun pic supérieur audit seuil n'est détecté.
4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on détermine au
 - moyen du traitement de corrélation une information sur la phase de la porteuse du signal qui porte les symboles reçus et on utilise cette information pour lever
 - 25 l'ambiguïté de phase sur les symboles en sortie de l'égaliseur.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que
 - pour recalcr les trames, on supprime ou on ajoute des symboles sur la succession de symboles en sortie de l'égaliseur, l'ajout ou la suppression de symboles se faisant sur les symboles entre la séquence avec laquelle un
 - 30 éventuel décalage a été détecté et la séquence précédente.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'on supprime les symboles se trouvant juste après la séquence précédent la séquence pour laquelle un décalage a été détecté.
- 5 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'égaliseur est un égaliseur aveugle du type à structure et algorithme commutables, qui, dans un mode de fonctionnement de convergence, comporte en cascade d'une part un filtre blanchissant purement récursif et d'autre part un filtre transverse adapté et en ce que ledit filtre transverse est réinitialisé en fonction des performances de l'égaliseur.
- 10 8. Récepteur de communications numériques comportant un égaliseur aveugle, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour mettre en œuvre, en sortie dudit égaliseur aveugle, une détection d'une séquence insérée dans une succession de symboles reçues, ainsi que des moyens pour déduire de cette détection un éventuel décalage des symboles en sortie de l'égaliseur aveugle et
- 15 pour recalcr les symboles en sortie de l'égaliseur aveugle en fonction du décalage ainsi mis en évidence.
9. Récepteur selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte un système de turbo-égalisation dont l'égaliseur aveugle est un premier étage.
- 20 10. Récepteur selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte en aval de l'égaliseur aveugle un étage annuleur d'interférence et en ce que les séquences connues utilisées pour recalcr les symboles en sortie de l'égaliseur aveugle sont des séquences également utilisées pour l'apprentissage dudit annuleur.

1 / 4

FIG.1FIG.2

2/4



FIG.3a

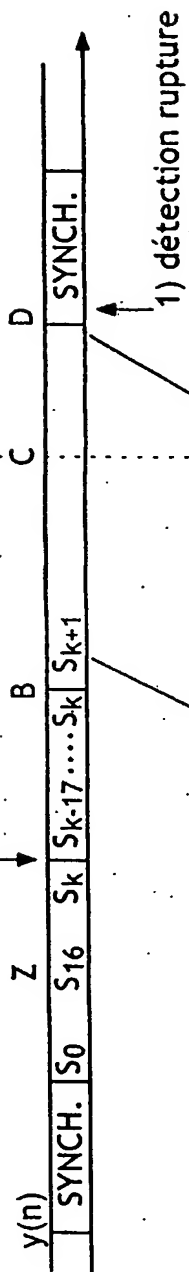


FIG.3b



FIG.3c

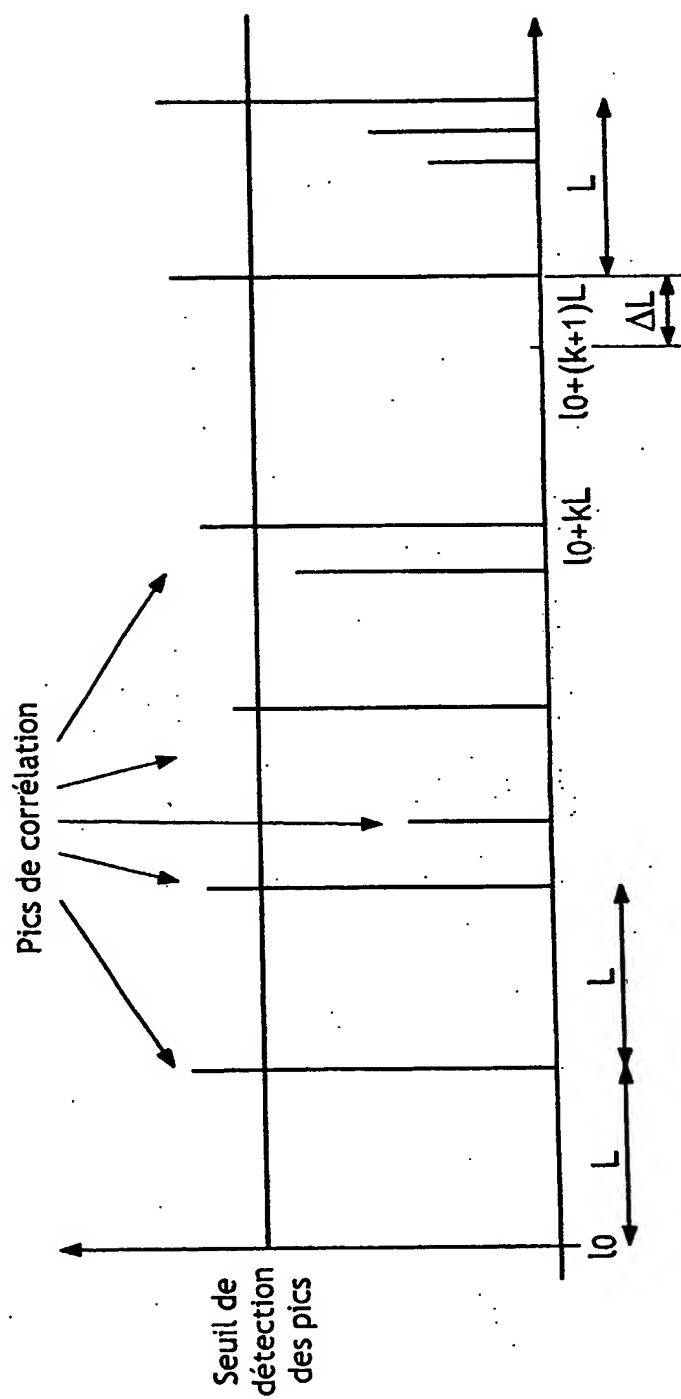
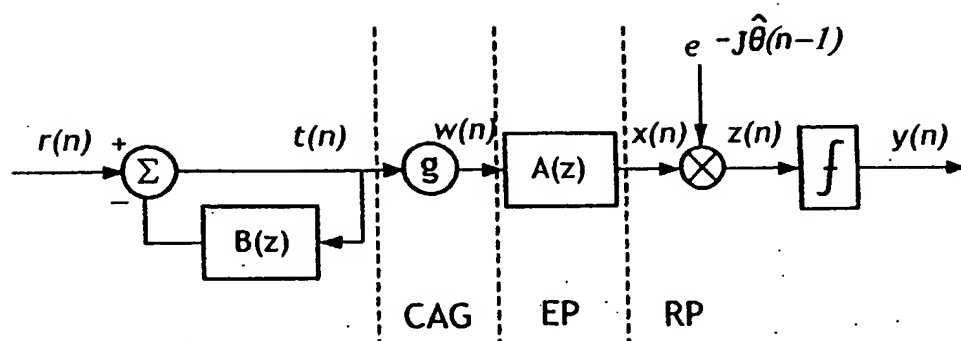
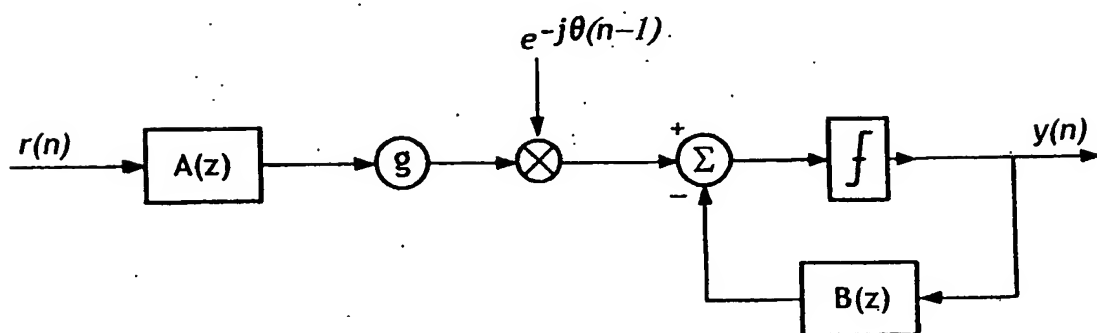


FIG. 4

4 / 4

FIG.5aFIG.5b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 03/03010

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04J3/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04J H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, WPI Data, EPO-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 940 454 A (MCNICOL, ORCHARD) 17 August 1999 (1999-08-17) column 8, line 11 - line 22 ---	1,8
A	LABAT ET AL.: "Adaptive decision feedback equalization: can you skip the training period?" IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, vol. 46, no. 7, July 1998 (1998-07), pages 921-930, XP000779692 New York, US cited in the application abstract -----	1,8



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 April 2004

Date of mailing of the international search report

26/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Scriven, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/ 03/03010

Patent document
cited in search report

Publication
date

Patent family
member(s)

Publication
date

US 5940454

A

17-08-1999

NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR 03/03010

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H04J3/06

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 H04J H04L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
PAJ, WPI Data, EPO-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 940 454 A (MCNICOL, ORCHARD) 17 août 1999 (1999-08-17) colonne 8, ligne 11 - ligne 22 ---	1,8
A	LABAT ET AL.: "Adaptive decision feedback equalization: can you skip the training period?" IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, vol. 46, no. 7, juillet 1998 (1998-07), pages 921-930, XP000779692 New York, US cité dans la demande abrégé -----	1,8

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

*** Catégories spéciales de documents cités:**

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *G* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

14 avril 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

26/04/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Scriven, P

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PO R 03/03010

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5940454	A	17-08-1999	AUCUN